

# PALANG PINTU KERETA OTOMATIS DENGAN INDIKATOR SUARA SEBAGAI PERINGATAN DINI BERBASIS MIKROKONTROLER AT89S51

<sup>1</sup>Firmansyah, <sup>2</sup>Muhammad Subali, <sup>3</sup>Dyah Nur'ainingsih

<sup>1 2 3</sup>Teknik Elektro Universitas Gunadarma

<sup>1</sup>[virtual\\_m4n@yahoo.com](mailto:virtual_m4n@yahoo.com), <sup>2</sup>[subali@staff.gunadarma.ac.id](mailto:subali@staff.gunadarma.ac.id), <sup>3</sup>[dyahnur@staff.gunadarma.ac.id](mailto:dyahnur@staff.gunadarma.ac.id)

## Abstract

*This automatic railway barrier door is made of two phototransistor sensors and controlled by microcontroller AT89S51. The sensor will detect the train, if there is a train that will cross then the railway barrier door is closed. The door will open after the train cross the roadway streak and detected by the second sensor. This device is built for one railway lane with two ways. As an early detector this device is completed with indicators like voice, buzzer, the train direction, and hazard led. With this automatic railway barrier door, the number of accident on railway crossing can be decrease.*

**Keywords:** sensor, stepper motor, railway barrier, voice recorder.

## Abstraksi

*Palang pintu kereta otomatis ini dibuat dengan menggunakan dua buah sensor fototransistor dan dikendalikan dengan mikrokontroler AT89S51. Sensor tersebut akan mendeteksi adanya kereta, jika ada kereta yang akan melintas maka palang pintu perlintasan kereta akan menutup. Pintu akan membuka setelah kereta melewati perlintasan jalan dan kereta terdeteksi oleh sensor yang kedua. Rancang bangun alat ini untuk satu jalur kereta dengan dua arah. Sebagai pendeteksi dini alat ini dilengkapi dengan indikator berupa suara, buzzer, arah datang kereta dan led hazard. Dengan adanya palang pintu perlintasan kereta otomatis ini tingkat kecelakaan pada perlintasan kereta dengan jalan raya dapat berkurang.*

**Kata Kunci :** sensor, motor stepper, palang pintu, rekaman suara.

## PENDAHULUAN

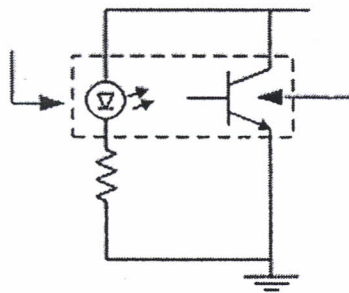
Kita seringkali melihat dan mendengar berita tentang kecelakaan lalu lintas di jalan raya. Salah satu kecelakaan yang sering terjadi adalah kecelakaan pada perlintasan kereta dengan jalan raya dimana tidak ada palang pintu perlintasan kereta. Penyebab lain adalah karena tidak berfungsinya palang pintu perlintasan kereta. Keterlambatan operator menutup palang pintu juga akan berakibat buruk dan membahayakan pengguna jalan raya. Selain itu kecelakaan pada perlintasan kereta juga disebabkan karena pengguna jalan raya tidak taat

peraturan lalu lintas ketika berada di perlintasan kereta.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sensor fototransistor

Pada perancangan alat digunakan komponen optoelektronika, yaitu fototransistor, yang berfungsi sebagai pendeteksi atau sensor, seperti terlihat pada Gambar 1. Fototransistor yang digunakan pada rangkaian ini adalah jenis transistor bipolar NPN dengan sambungan kolektor-basis PN yang peka cahaya.



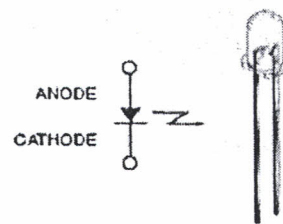
Gambar 1. Rangkaian Fototransistor

Fototransistor yang ada terdiri dari tipe yang memiliki dua kaki atau tiga kaki. Pada fototransistor tipe tiga kaki, kaki yang terhubung ke rangkaian adalah kaki kolektor dan emitor, sedangkan kaki basis tidak terhubung. Sedangkan untuk fototransistor tipe dua kaki hanya memiliki kaki kolektor dan emitor sementara kaki basis terdapat pada permukaan fototransistor.

Pada rangkaian ini digunakan tipe fototransistor dua kaki. Apabila tidak ada cahaya yang masuk pada lensa fototransistor maka hanya terdapat arus bocor yang sangat kecil mengalir antara kolektor dan emitor, yaitu sekitar 10 nA. Apabila cahaya mengenai sambungan PN kolektor-basis, arus basis yang dihasilkan berbanding lurus dengan intensitas cahaya. Aksi tersebut menghasilkan arus kolektor sekitar 10 mA. Apabila sambungan tersebut dikenai cahaya melalui lensa yang membuka, maka timbul aliran arus kontrol yang menghidupkan fototransistor; fototransistor dalam kondisi ON.

#### Pemancar inframerah

LED Inframerah adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya. Apabila LED Inframerah dilalui arus panjang gelombangnya lebih panjang dari cahaya yang dapat dilihat, tetapi lebih pendek dari gelombang radio. Simbol dan bentuk fisik dari LED Inframerah diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. LED Inframerah

Spektrum gelombang elektromagnetik dikelompokkan berdasarkan panjang gelombangnya. Namun bisa juga dikelompokkan berdasarkan frekuensinya. Penggolongan spektrum gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang atau frekuensinya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pembagian jenis gelombang elektromagnetik

No	Jenis Gelombang	Panjang Gelombang (m)	Frekuensi (Hz)
1	Gelombang Radio	$10^9 - 10^3$	$1 - 10^{11}$
2	Radio Gel Panjang	$10^9 - 10^3$	$1 - 10^5$
3	Radio Gel Pendek	$10^3 - 10$	$10^5 - 10^7$
4	Komunikasi Band	$10^5 - 10^3$	$10^3 - 10^{11}$
5	Televisi	$10 - 10^1$	$10^7 - 10^9$
6	Gelombang Mikro	$10 - 10^{-5}$	$10^7 - 10^{13}$
7	Radar	$10 - 10^{-3}$	$10^8 - 10^{11}$
8	Inframerah	$10^{-3} - 10^{-6}$	$10^{11} - 10^{14}$
9	Cahaya Tampak	$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{14} - 10^{15}$
10	Ultra Ungu	$10^{-7} - 10^{-10}$	$10^{15} - 10^{19}$
11	Sinar X	$10^{-8} - 10^{-12}$	$10^{16} - 10^{21}$
12	Sinar Gamma	$10^{-10} - 10^{-16}$	$10^{18} - 10^{25}$

Intensitas cahaya yang dikeluarkan oleh LED Inframerah tergantung arus yang mengalir pada LED Inframerah tersebut. Semakin besar arus yang melaluinya maka intensitas cahaya yang dikeluarkan akan semakin besar. Semakin kecil arus yang melalui LED Inframerah maka akan semakin kecil pula intensitas cahaya yang dikeluarkan.



## METODE PENELITIAN

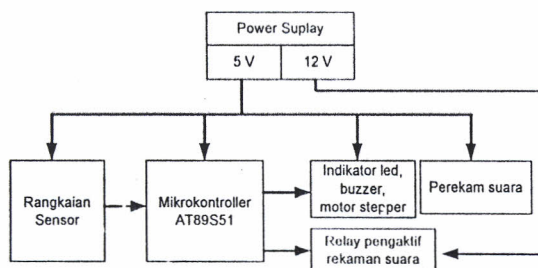
Tahapan perancangan alat:

1. Mengumpulkan bahan-bahan yang akan dipergunakan untuk perancangan alat.
2. Melakukan perancangan alat palang pintu kereta dengan mikrokontroler AT89S51.
3. Membuat perancangan sensor pada perlintasan kereta dengan menggunakan fototransistor.
4. Membuat pengaturan dalam pergerakan motor stepper sebesar  $90^\circ$  dengan menggunakan driver motor stepper.
5. Membuat alat perekam suara dengan menggunakan IC perekam suara yang dapat diputar pada saat ada kereta yang akan lewat.
6. Melakukan kegiatan-kegiatan atau percobaan di laboratorium yang dapat menunjang perencanaan alat.
7. Mengambil hasil uji coba dan menganalisisnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Blok diagram rangkaian

Dalam perancangan palang pintu kereta api otomatis ini, terdapat masukan berupa sensor yang diproses oleh mikrokontroler AT89S51 dan menghasilkan keluaran led, buzzer, rekaman suara dan motor stepper. Blok diagram lengkap terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Palang Pintu Kereta Otomatis

Secara keseluruhan alat ini dirancang dengan menggunakan

perangkat keras berupa sensor sebagai masukan serta led, buzzer, motor stepper dan rekaman suara sebagai keluaran. Alat ini juga dirancang menggunakan perangkat lunak kendali mikrokontroler. Masukan pada alat ini berupa sensor yang menghasilkan dua kondisi yaitu *high* dan *low*. Dengan menggunakan program hanya masukan *low* yang akan diolah. Setelah masukan diolah maka keluaran seperti led *hazard*, motor stepper, buzzer dan rekaman suara akan aktif.

### Sensor

Pengambilan data sensor dilakukan dengan mengubah jarak sensor yaitu jarak antara pemancar inframerah dan penerima fototransistor. Pengujian sensor ini ditujukan untuk mengetahui seberapa jauh jarak jangkauan sensor. Jarak jangkauan sensor, atau jarak antara pemancar inframerah dengan penerima fototransistor, diuji mulai dari jarak 1 meter sampai dengan 9 meter. Sensor akan berfungsi jika ada benda yang menghalangi. Hasil uji coba untuk sensor dalam keadaan tidak terhalang terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Coba Sensor Pada Saat Tidak Terhalang

Jarak (m)	Tegangan (V) <i>inverting</i>	Tegangan (V) <i>Non inverting</i>	Tegangan (V) Keluaran komparator	Ket. Sensor
1	0.3	2.52	4.86	Aktif (high)
2	0.3	2.52	4.86	Aktif (high)
3	0.4	2.52	4.86	Aktif (high)
4	0.4	2.52	4.86	Aktif (high)
5	0.4	2.52	4.86	Aktif (high)
6	0.5	2.52	4.86	Aktif (high)
7	0.6	2.52	4.86	Aktif (high)
8	0.8	2.52	4.86	Aktif (high)
9	5.53	2.52	0.21	Tidak aktif

Pada keadaan sensor tidak terhalang besar tegangan yang dihasilkan pada kaki *noninverting* lebih besar dibandingkan dengan tegangan



pada kaki *inverting*. Kedua tegangan tersebut dibandingkan dengan Op-Amp. Karena tegangan pada kaki *noninverting* lebih besar dari pada tegangan *inverting* maka keluaran Op-Amp akan menuju +90% dari Vcc, yaitu sekitar 4.5 V kondisi *high*.

Pada jarak sensor 9 meter sudah tidak ada lagi cahaya yang diterima oleh fototransistor sehingga sensor tidak aktif lagi. Keadaan ini sama dengan keadaan sensor terhalang dimana tidak ada cahaya yang diterima oleh fototransistor.

Hasil percobaan pada saat sensor terhalang terdapat pada Tabel 3. Pada kondisi terhalang tegangan keluaran yang dihasilkan pada komparator sebesar - 90% dari Vcc. Karena tegangan pada kaki - Vcc terhubung ke *ground* maka tegangan keluaran dari komparator sekitar 0 V.

Tabel 3. Uji Coba Sensor Pada Saat Terhalang

Jarak (m)	Tegangan (V) <i>Inverting</i>	Tegangan (V) <i>Non inverting</i>	Tegangan (V) Keluaran Komparator	Ket. Sensor
1	5.52	2.52	0.12	Aktif (Low)
2	5.53	2.52	0.12	Aktif (Low)
3	5.51	2.52	0.12	Aktif (Low)
4	5.56	2.52	0.12	Aktif (Low)
5	5.54	2.52	0.12	Aktif (Low)
6	5.55	2.52	0.12	Aktif (Low)
7	5.54	2.52	0.12	Aktif (Low)
8	5.54	2.52	0.12	Aktif (Low)
9	5.53	2.52	4.78	Tidak aktif

Pada saat fototransistor terhalang maka tidak ada cahaya inframerah yang diterima oleh fototransistor. Pada kondisi terhalang besar tegangan pada kaki *inverting* lebih besar dari pada tegangan *noninverting*. Karena tegangan pada kaki *inverting* lebih besar maka tegangan yang dihasilkan pada keluaran komparator sebesar 0.12 V pada kondisi *low*.

## Mikrokontroller

Blok mikrokontroller berfungsi sebagai pengaturan kerja alat agar dapat bekerja secara sistematis. Hasil keluaran dari blok sensor dikirim ke mikrokontroller untuk diolah. Selanjutnya mikrokontroller mengirimkan data ke blok keluaran. Pada perancangan palang pintu kereta otomatis digunakan *port* 0 (P0), *port* 1 (P1), *port* 2 (P2) dan *Port* 3 (P3). Untuk lebih jelasnya penggunaan *port* mikrokontroller terlihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penggunaan Port Mikrokontroller

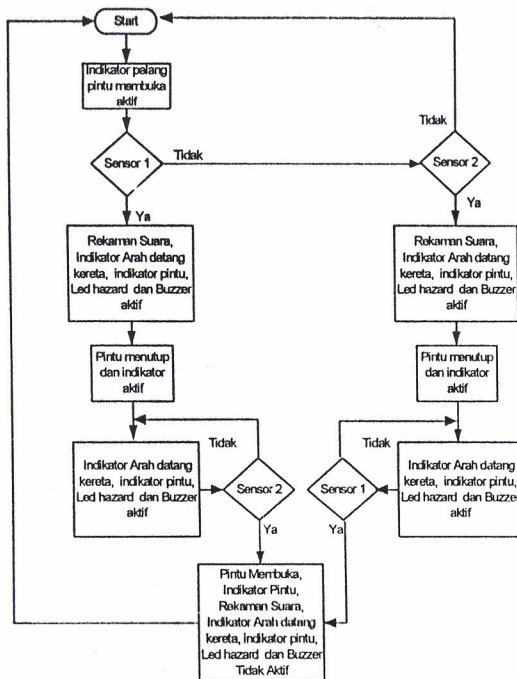
Port	Penggunaan	Port	Penggunaan
Port (P0.0)	Lampu panah	Port (P1.2)	Relay1
Port (P0.1)	Lampu panah	Port (P1.3)	Relay2
Port (P0.2)	Buzzer	Port (P2.4)	Driver1 motor
Port (P0.3)	Led Hazard	Port (P2.5)	Driver2 motor
Port (P0.4)	Led Hazard	Port (P2.6)	Driver3 motor
Port (P0.5)	indikator pintu	Port (P2.7)	Driver4 motor
Port (P0.6)	indikator pintu	Port (P3.0)	Reset Palang Pintu
Port (P1.0)	Sensor 1	Port (P3.2)	Reset Palang Pintu
Port (P1.1)	Sensor 2		

Semua aplikasi menggunakan *port* dalam keadaan aktif *low* atau tegangan 0 V. Semua komponen yang terhubung pada *port* disesuaikan fungsi masukan maupun keluarannya. IC Mikrokontroler AT89C51 adalah komponen inti dari blok ini, dengan resistor sebagai keluaran. Kapasitor, resistor dan saklar *push-on* sebagai *reset* serta kristal 12 MHz dan dua kapasitor *non polar* 30 pF sebagai osilator. Rangkaian *reset* bekerja dengan cara memberikan logika *high* pada kaki RST. Selama dua *clock cycle* dihubungkan dengan catu daya, *reset* dilakukan secara manual dengan menekan tombol saklar *push-on* pada pin *reset*.

## Diagram alur Program

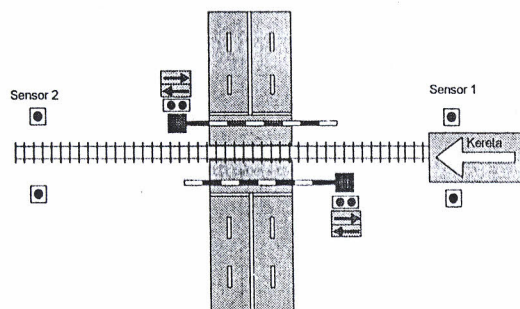
Alat palang pintu kereta otomatis ini membutuhkan program untuk mengendalikan semua proses kerjanya. Untuk memudahkan pembuatan

program diperlukan diagram alur. Diagram alur pembuatan program alat ini terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart dari Alat Palang Pintu Kereta Otomatis

#### Alat Palang Pintu Kereta Otomatis



Gambar 5 Kondisi Kereta Datang Dari Arah Sensor 1

Tabel 5. Sensor1 Menutup Palang Pintu

Percobaan	Lamanya Sensor Terhalang (detik)	Kondisi Pintu	Lamanya Pintu Mulai Menutup (detik)	Indikator Arah, led hazard, buzzer dan suara
1	0 - 3	Tidak menutup	0	Tidak Aktif
2	4 - 10	Menutup	4.1	Aktif

3	0 - 3	Tidak menutup	0	Tidak Aktif
4	4 - 10	Menutup	4.1	Aktif
5	0 - 3	Tidak menutup	0	Tidak Aktif
6	4 - 10	Menutup	4	Aktif
7	0 - 3	Tidak menutup	0	Tidak Aktif
8	4 - 10	Menutup	4.1	Aktif
9	0 - 3	Tidak menutup	0	Tidak Aktif
10	4 - 10	Menutup	4.1	Aktif

Dari hasil pengujian alat didapatkan bahwa palang pintu akan menutup ketika sensor terhalang selama 3 detik. Jika lamanya halangan kurang dari 3 detik maka sensor tidak bekerja. Selama sensor 2 belum mendeteksi halangan maka palang pintu tidak akan membuka. Setelah kereta melewati perlintasan jalan raya maka kereta akan melewati sensor 2. Ketika sensor 2 terhalang oleh kereta maka palang pintu akan membuka. Tabel 6 adalah hasil pengamatan dari percobaan membuka palang pintu.

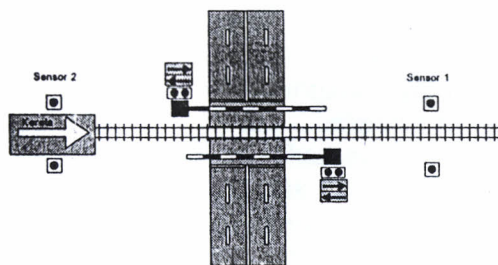
Tabel 6. Sensor 2 Membuka Palang Pintu

Percobaan	Lamanya Sensor Terhalang (detik)	Kondisi Pintu	Lamanya Pintu Mulai Membuka (detik)	Indikator Arah, led hazard, buzzer dan suara
1	1 - 3	Menutup	4	Tidak Aktif
2	4 - 10	Menutup	4.1	Tidak Aktif
3	1 - 3	Menutup	4	Tidak Aktif
4	4 - 10	Menutup	4.1	Tidak Aktif
5	1 - 3	Menutup	4.1	Tidak Aktif
6	4 - 10	Menutup	4	Tidak Aktif
7	1 - 3	Menutup	4	Tidak Aktif
8	4 - 10	Menutup	4.1	Tidak Aktif
9	1 - 3	Menutup	4	Tidak Aktif
10	4 - 10	Menutup	4.1	Tidak Aktif

Percobaan kondisi kedua adalah kereta datang dari arah yang berlawanan, yaitu dari arah sensor 2. Kondisi percobaan kondisi kedua terlihat pada Gambar 6. Ketika kereta datang dari arah berlawanan, maka sensor 2



berfungsi sebagai penutup palang pintu. Hasil yang didapat pada pengujian sama seperti pada saat sensor 1 berfungsi sebagai penutup. Hasil selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 6. Kondisi Kereta Datang Dari Arah Sensor 2

Panjang satu gerbong kereta adalah 20 meter. Pada umumnya satu rangkaian kereta terdiri dari 8 gerbong maka panjang kereta seluruhnya 160 meter. Jika kecepatan rata-rata kereta 70 km/jam maka lamanya kereta menghalangi sensor adalah:

$$s = v t$$

$$t = \frac{s}{v}$$

$$t = \frac{160 \text{ meter}}{70 \text{ km / jam}}$$

$$t = \frac{160 \text{ m}}{\frac{70000 \text{ m}}{3600}}$$

$$t = 8,2 \text{ detik}$$

Asumsi perhitungan adalah kecepatan kereta konstan.

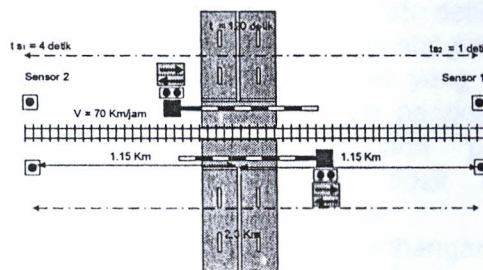
Waktu untuk membuka palang pintu adalah 1 detik. Jika diinginkan lamanya palang pintu menutup dan membuka kembali adalah 120 detik, maka dapat ditentukan berapa jauh jarak sensor dari perlintasan kereta. Jika waktu lama menutup palang pintu sampai membuka kembali 120 detik, kecepatan rata-rata kereta 70 km/jam, maka jarak sensor 1 dan sensor 2 dapat ditentukan sebagai berikut :

$$s = vt$$

$$s = 70 \cdot \frac{\text{km}}{3600} \times 120$$

$$s = 2.3 \text{ km}$$

Letak sensor berdasarkan hasil perhitungan di atas terlihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Jarak Pemasangan Sensor Dari Palang Pintu

### Motor Stepper

Motor stepper yang digunakan dalam pembuatan alat palang pintu kereta otomatis ini adalah jenis aktif *high*, dimana untuk mengaktifkan tiap-tiap koilnya dibutuhkan tegangan sebesar 5 V. Tegangan sebesar 5V ini dihasilkan dari keluaran pengendali mikrokontroller yaitu pada port 2.4 sampai port 2.7 yang telah diatur dengan program. Hasil pengukuran terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Tegangan Yang Terukur Untuk Mengaktifkan Motor

Port	Langkah 1 Tegangan (V)	Langkah 2 Tegangan (V)	Langkah 3 Tegangan (V)	Langkah 4 Tegangan (V)
Port 2.4	4.96	0.13	0.13	0.13
Port 2.5	0.13	4.96	0.13	0.13
Port 2.6	0.13	0.13	4.96	0.13
Port 2.7	0.13	0.13	0.13	4.96

Keterangan :

Tegangan 4.96 V Koil Motor Aktif Untuk Tiap Langkahnya

Tegangan 0.13 V Koil Motor Tidak Aktif

Perputaran motor stepper yang digunakan pada alat palang pintu kereta otomatis ini sebesar 90°. Akan tetapi



dalam satu siklus (langkah 1 sampai langkah 4) motor ini hanya berputar sebesar  $15^{\circ}$ , maka untuk membuatnya berputar menjadi  $90^{\circ}$  dibuat dengan menggunakan bantuan program yang berulang sebanyak 6 kali.

### Perekam Suara

Rekaman suara diaktifkan dengan menggunakan *relay*. Ada dua *relay* yang digunakan untuk mengaktifkan rekaman suara. *Relay* 1 digunakan untuk memutar rekaman suara sedangkan *relay* 2 digunakan untuk menghentikan rekaman suara. Untuk mengaktifkan *relay* diperlukan transistor yang berfungsi sebagai saklar. Untuk membuat transistor aktif diperlukan tegangan keluaran dari mikrokontroler sebesar 5 V (*high*). Dengan kondisi transistor saturasi maka *relay* akan aktif.

Dari hasil percobaan didapat bahwa rekaman suara berfungsi dengan baik. Rekaman suara ini hanya berdurasi 60 detik, akan tetapi dapat diputar kembali secara terus-menerus apabila diinginkan. Caranya adalah dengan cara membuat perulangan setiap 60 detik. Hasil pengukuran lamanya pemutaran rekaman suara terlihat pada Tabel 8. Lamanya perekaman suara disesuaikan dengan lamanya siklus palang pintu mulai dari menutup sampai membuka kembali.

Tabel 8. Lamanya Rekaman Suara Berulang

Range waktu (detik)	Rekaman Suara	Durasi (detik)
1 – 60	Aktif	60
61 – 62	Belum aktif	0
63 – 123	Aktif	60
124 – 125	Belum aktif	0
126 – 186	Aktif	60
187 – 188	Belum aktif	0
189 – 249	Aktif	60

### KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian pada alat palang pintu kereta otomatis yang telah disimulasikan:

1. Palang pintu akan menutup jika sensor pertama sebelum

perlintasan terhalang selama tiga detik. Dalam waktu yang bersamaan indikator led, *buzzer*, dan suara aktif berulang terus – menerus.

2. Palang pintu akan membuka dan indikator lainnya akan mati jika kereta telah melewati perlintasan dan menghalangi sensor yang kedua selama satu detik.
3. Dengan adanya alat palang pintu kereta otomatis yang berfungsi sesuai dengan pengujian maka kecelakaan pada perlintasan kereta yang tidak berpalang dapat dikurangi.

Untuk pengembangannya alat ini dapat dibuat untuk kereta dua jalur, dengan menambahkan sensor pada jalur kereta tersebut. Untuk kondisi daerah yang mempunyai keadaan rawan petir maka perlu ditambahkan penangkal petir. Jika tidak memungkinkan untuk dibuat penangkal petir maka sensor ini dapat digantikan dengan sensor lain seperti sensor logam, sensor tekan, atau sensor gerak yang tahan terhadap petir. Dari segi keamanan, sebaiknya alat ini dilengkapi dengan pendeteksi kerusakan. Jika ada kerusakan maka pendeteksi akan mengirimkan informasi berupa indikator led atau alarm sehingga kerusakan alat dapat langsung diperbaiki.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agfianto Eko Putra, Belajar **Mikrokontroler AT89C51/52/55 (Teori dan Aplikasi)**, Gava Media, Yogyakarta, 2005.
- Gayakwad, Ramakant, **OpAmps and linier integrated circuit**, prentice hall, Newjersy, 1993.
- Robert Boylestad and Louis Nashelsky, **Electronic Device And Circit Theory**, Fifth Edition, prentice hall, Newjersy, 1992.
- Setiawan, Rachmad, **Mikrokontroler mcs-51**, Graha ilmu, Yogyakarta, 2004.
- Tim lab mikroprosesor, **Pemrograman mikrokontrolerat89S51 dengan**



**C/C++ dan assembler**, Andiyogya,  
Yogyakarta, 2002.

Soepono Soeparlan dan Umar Yahdi,  
**Seri Diktat Kuliah, Teknik  
Rangkaian Listrik,  
Jilid2**, Universitas Gunadama,  
Jakarta, 1995.

[Http://www.alldatasheet.com](http://www.alldatasheet.com) , Juli 2005.

[Http://www.atmel.com](http://www.atmel.com) , Juli 2005

[Http://www.electronics-  
diy.com/electronic\\_schematic.ph  
pid=570](http://www.electronics-diy.com/electronic_schematic.php?id=570), Juli 2005.

[Http://www.elektronika-  
elektronika.blogspot.com/motor-  
stepper.html](http://www.elektronika-elektronika.blogspot.com/motor-stepper.html) , Juli 2005.

[Http://www.home.cogeco.ca/~rpaisley4/  
ATDetIR.html](http://www.home.cogeco.ca/~rpaisley4/ATDetIR.html), Agustus 2005.

[Http://www.mytutorialcafe.com/mikrokon  
troller motor stepper.htm](http://www.mytutorialcafe.com/mikrokontroller_motor_stepper.htm), Juli  
2005.

[Http://www.wikipedia.org/wiki/Stepper  
motor](http://www.wikipedia.org/wiki/Stepper_motor), Juli 2005.